

УДК 658.5.011.56

Проведений аналіз предметної області «ергономічна якість поліергатичних систем обробки інформації та управління». Обґрунтована необхідність розробки нового типу систем підтримки прийняття рішень для оператора-керівника

Ключові слова: система «людина-машина», оператор-керівник, оператор-виконавець

Проведен анализ предметной области «эргономическое качество полиэргатических систем обработки информации и управления». Обоснована необходимость разработки нового типа систем поддержки принятия решений для оператора-руководителя

Ключевые слова: человеко-машинная система, оператор-руководитель, оператор-исполнитель

The subject domain "The ergonomic quality of polyergatic information processing systems and management" are analyzed. The need to develop a new type of decision support systems for operator-manager is justified

Keywords: systems of "man-machine", operator-manager, operator-executive

АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ПОЛИЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ»

Е. А. Лавров

Доктор технических наук, профессор

Кафедра компьютерных наук*

Контактный тел.: 050-691-37-33

E-mail: prof_lavrov@mail.ru

Н. Б. Пасько

Старший преподаватель

Кафедра кибернетики и информатики*

Контактный тел.: 050-603-06-74

E-mail: pasko_nb@mail.ru

*Сумской национальный аграрный университет
ул. Кирова, 160, г. Сумы, 40020

Светлой памяти своего учителя доктора технических наук профессора Ашеров Акизы Товиевича посвящают авторы эту статью

1. Введение

Информационно-коммуникационная революция кардинально изменила деятельность операторов, особенно в иерархических полиэргатических [1,2] системах.

2. Постановка задачи

Исследовать состояние предметной области "Эргономика систем обработки информации и управления" с целью:

- инвентаризации методов эргономики, которые могут быть применены в системе обеспечения эргономического качества;
- выявления актуальных задач эргономического совершенствования нового поколения систем;

3. Результаты

3.1. Изменение роли человека оператора в современных полиэргатических системах

3.1.1. Поколения информационных технологий (ИТ). В [1] выделено 6 поколений ИТ. 6-е поколение связано с появлением иерархических распределенных систем, для которых термин "облачные вычисления" начинает распространяться в направлении "облачные операторы". Отмечаются [1,13-19] возрастание роли оператора, увеличение доли интеллектуальных процедур обработки информации, возрастающие требования к безошибочности и своевременности. "Центр проблем" смещается от оператора-исполнителя (технолога или манипулятора) к оператору-руководителю (О-Р).

3.1.2. Анализ тенденций изменения роли оператора в полиэргатических системах

3.1.2.1. Центры информационных услуг. Это наиболее известный тип систем с большим количеством операторов. Прошли несколько этапов совершенствования: 1). Системы распределения вызовов (СРВ); 2). Информационные центры; 3). Контакт-центры; 4). Интегрированные контакт-центры (Call-center+CRM). Механизмы обслуживания вызовов в контакт-центрах, интегрированных с Интернет, значительно сложнее, чем в "традиционных" операторских центрах. Требуется мощная подсистема административного

управления, позволяющая оперативно реагировать на изменения во внешней среде.

Анализ характера человеко-машинного взаимодействия в центрах информационных услуг позволил выявить (рис. 1.):

- Развитая система обеспечения взаимодействия между операторами;
- Возможность удаленного доступа операторов к распределенным; локальным человеко-машинным системам (базам данных, программному обеспечению,



Рис .1. Анализ характера человеко-машинного взаимодействия в центрах информационных услуг

- увеличение степени алгоритмизированной деятельности операторов-исполнителей (оператор голосовой связи превратился в оператора обработки данных, что по классификации [2] наиболее близко к оператору-технологу);

- появление вместо автоматических устройств распределения вызовов операторов-руководителей [2], осуществляющих сложные процедуры управления потоком запросов.

3.1.2.2. Распределенные системы организационного и оперативно-диспетчерского управления. Характеризуются децентрализацией обработки данных и предполагают иерархическую структуру. Примеры применения: нефтедобыча; газодобыча; энергоснабжение; банковская система.

От оператора-руководителя требуется не только знание технологического процесса, но и умение принимать решение в нестандартных и аварийных ситуациях. На высших уровнях управления оператор-руководитель имеет дело со слабоструктурированными задачами.

3.2. Анализ особенностей и обобщенная структура иерархических полиэргатических систем управления и обработки информации

Несмотря на различие процессов обработки информации (управления) в различных системах можно выявить следующие особенности [1,19]:

- Наличие нескольких уровней иерархии;
- Возможность декомпозиции системы на множество локальных человеко-машинных систем;
- Большое количество (от нескольких человек до сотен человек) одновременно работающих взаимодействующих с машинной частью объекта управления и между собой операторов различных типов: операторы-манипуляторы; операторы-технологи; операторы-руководители; операторы-исследователи;

информационным моделям);

- Возможность реализации модели групповой деятельности, когда проводится декомпозиция задачи, отдельные функциональные элементы закрепляются за различными операторами;
- Необходимость эффективного выполнения задач в различных режимах функционирования (нормальное функционирование , аварийный режим);
- Возможность разных типов заявок на обработку информации и управления: регламентных и нерегламентных;
- Случайное время поступления заявок нерегламентного типа;
- Возможность ошибок, ведущих к нарушениям с различными видами и размерами ущерба;
- Жесткие временные ограничения на реализацию заявок;
- Высокие требования к безошибочности реализации заявок;
- Необходимость соблюдения эргономических норм и требований к рабочему месту и показателям тяжести и напряженности труда операторов.

Обобщенная структура иерархической человеко-машинной системы приведена на рис. 2. а – система технологического типа; б - общий вид.

Сложность таких систем обуславливает необходимость специальных мероприятий для обеспечения эргономического качества.

4. Эргономические разработки для иерархических человеко-машинных систем управления и обработки информации и их элементов

4.1. Система обеспечения эргономического качества

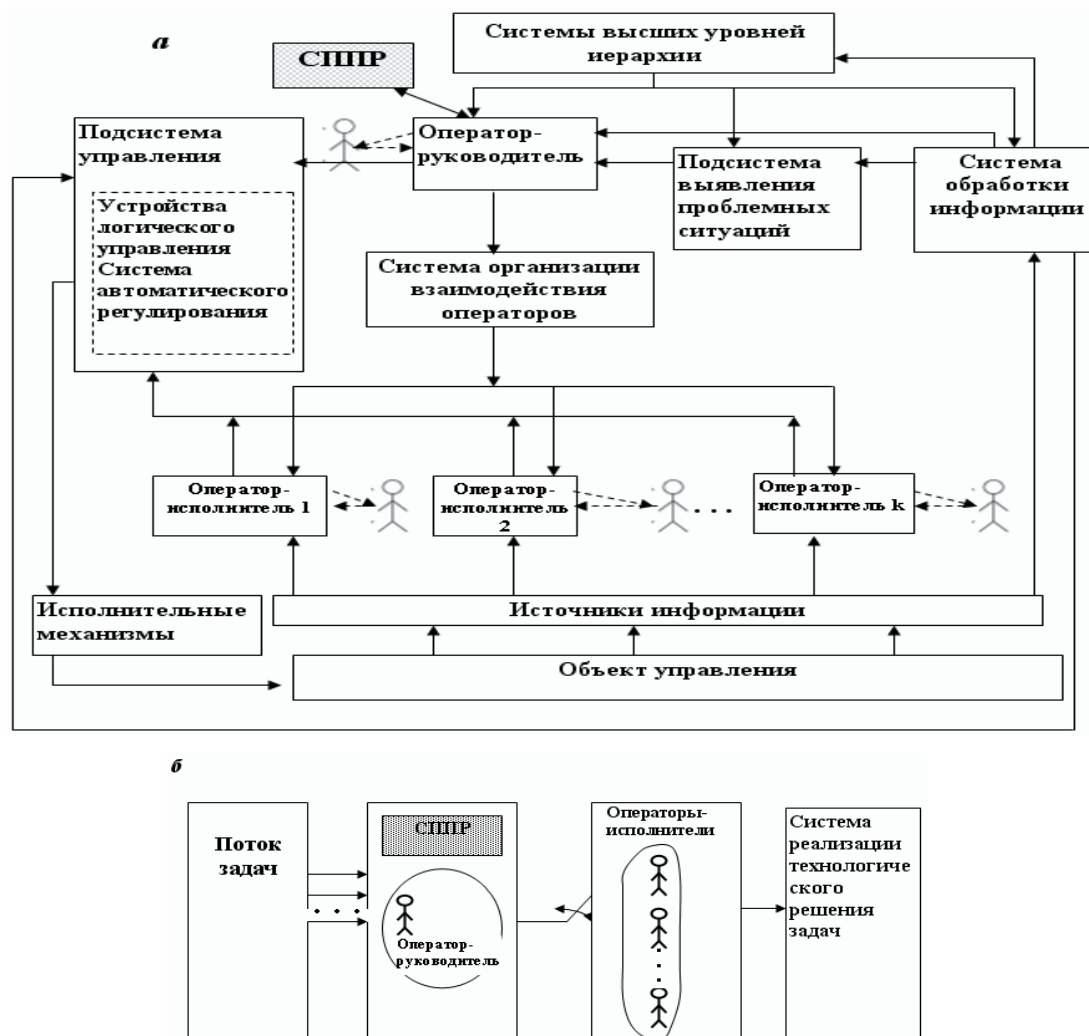


Рис. 2. Пример двухуровневой иерархической человеко-машинной системы. а – система технологического типа; б – общий вид

Обоснование структуры системы обеспечения эргономического качества информационных систем приведено в [2].

Выделяют комплексы работ, которые проводятся на этапах:

- 1) Проектирование;
- 2) Изготовление;
- 3) Эксплуатация.

Особенностью рассматриваемых систем является гибкость и необходимость оперативной "перестройки" (закрепления функций "под задачу").

Поэтому многие задачи, которые решались ранее 1 раз на этапе проектирования и использовались многократно при эксплуатации системы, для гибких систем с нерегламентными задачами должны решаться оперативно с учетом особенностей и характеристик реальных операторов, работающих в системе [13,16,19].

4.2. Анализ состояния разработок для организации системы обеспечения эргономического качества

Для определения актуальных задач исследований рассмотрим состояние предметной области "Эргономика человеко-машинных систем" (табл. 1.)

Разноплановые эргономические исследования деятельности операторов проводились, например, в работах: операторист банка - Ашерев А.Т.[1]; оператор системы безопасности - Ашерев А.Т.[1]; оператор обработки данных - Ашерев А.Т.[1,2], Сатторов Ф.Э.[13]; оператор АСУТП электростанции – Федотов Д. К., Буров А.Ю. [15]; оператор сварочного производства - Изотова Е.А [11]; оператор-комплектующий – Лавров Е.А. [2]; оператор АСУ ГПС механообработки – Исаенко С.Г., Лавров Е.А.[2]; оператор АСУ ТП прокатного стана - Шевяков А.В.[21]; оператор АСУ ТП газопровода- Исаенко С.Г. [2]; оператор нефтегазопромысла Бояркин М. А. [16]; оператор АСУ ТП (общие вопросы проектирования)- Галактионов А.И [6]; оператор судовых систем - Губинский А.И., Евграфов В.Г., Кобзев В.В. [2-4]; оператор системы "человек-автомобиль"- Гаврилов Э.В., Доля В.К, Линник И.Э., Волобуева Т.В., Сирота В.М. [8-10]; оператор-машинист (ж-д транспорт)-Самсонкин В.Н.[12].; пилот- Рева А.Н. [17]; оператор-исследователь (космонавт) - Губинский А.И, Попович П.Р., Колесников Г.М.[5]; оператор систем специального назначения – Чабаненко П.П. [7], Герасимов Б.М. [15].

Таблица 1

Направления и авторы исследований (фрагмент) проблем эргономического качества систем "человек- машина"

	Производственные (Р)	Информационные (И)	Эксплуатационные(Е)	Абстрактные (А)
1.Исследования ЧМС				
1.1.Системно-эргономические исследования ЧМС	Губинский А.И. Попечителей Е.П. Пилишвили П.М.	Губинский А.И. Ашеров А.Т. Лавров Е.А.	Шлаен П.Я. Губинский А.И. Евграфов В.Г.	Монмоллен М. Губинский А.И. Ловцов Д.А.
1.2.Формализация данных о процессах функционирования ЧМС	Губинский А.И. Суходольский Г.В. Львов В.М. Герасимов Б.М. Анохин А.Н. Дружинин Г.В. Зараковский Г.М.	Губинский А.И. Суходольский Г.В. Герасимов Б.М. Анохин А.Н. Падерно П.И.	Губинский А.И. Чабаненко П.П. Гаврилов Э.В. Доля В.К. Линник И. Э. Шкробак В.С.	Губинский А.И. Суходольский Г.В. Цой Е.Б. Гриф М.Г. Ротштейн А.П. Дружинин Г.В. Зараковский Г.М.
1.3 Квалиметрия ЧМС	Губинский А.И. Суходольский Г.В. Анохин А.Н. Падерно П.И.	Губинский А.И. Суходольский Г.В. Анохин А.Н. Синавина В.С. Падерно П.И.	Губинский А.И. Чабаненко П.П. Суходольский Г.В. Кобзев В.В.	Губинский А.И. Суходольский Г.В. Кобзев В.В. Адаменко А.Н. Кучуков А.М. Цирамуа Г.С.
1.4. Характеристики человека-оператора	Мейстер Д. Котик М. А. Зинченко В.П. Венда В.Ф. Зараковский Г.М. Буров А.Ю.	Венда В.Ф. Ломов Б.Ф. Зинченко В.П. Небылицин В.Д.	Гаврилов Э.В. Доля В.К. Линник И. Э. Самсонкин В.Н. Лобанов Е.М. Буров А.Ю.	Вудсон У. Коновер Д. Ломов Б.Ф. Зинченко В.П. Цибулевский И.Е. Самсонкин В.Н.
2. Проектирование ЧМС				
2.1.Формирование общих и частных эргономических требований	Шлаен П.Я. Войненко В.М. Мунипов В.М. Галактионов А.И	Евграфов В.Г. Ашеров А.Т.	Шлаен П.Я. Войненко В.М. Мунипов В.М. Шкробак В.С.	Евграфов В.Г. Свирко В.А.
2.2.Выбор численности персонала и распределение функций между персоналом, моделирование групповой деятельности	Евграфов В.Г.	Евграфов В.Г.	Попович П.Р. Евграфов В.Г. Колесников Г.М.	Зигель А. Вольф Дж. Губинский А.И. Евграфов В.Г. Герасимов Б.М.
2.3 Выбор степени автоматизации (распределение функций между человеком и машиной)	Чапанис А. П.Фитс Галактионов А.И. Лавров Е.А.	Чапанис А. П.Фитс Лавров Е.А.	Губинский А.И. Попович П.Р. Евграфов В.Г. Колесников Г.М.	Чапанис А. П.Фитс
2.4. Разработка информационных моделей и алгоритмов функционирования ЧМС				
в том числе для обеспечения деятельности операторов: 2.4.1. технологов, манипуляторов	Галактионов А.И. Изотова Е.А. Ашеров А.Т. Арзангулян А.А. Исаенко С.Г.	Галактионов А.И. Павлов Е.А. Лавров Е.А. Ильченко Е.В. Кожевников Г.К.	Крылов А.А. Самсонкин В.Н. Стрелец И.А.	Губинский А.И. Евграфов В.Г. Цой Е.Б. Гриф М.Г. Ротштейн А.П. Герасимов Б.М.
2.4.2. исследователей	Губинский А.И. Сердюк С.Н.	Губинский А.И. Сердюк С.Н.	Попович П.Р. Колесников Г.М.	Герасимов Б.М. Сердюк С.Н.
2.4.3. руководителей				Губинский А.И. Герасимов Б.М.
2.5.Проектирование рабочих мест	Свирко В.А. Евграфов В.Г. Зинченко В.П. Войненко В.М. Мунипов В.М.	Свирко В.А. Падерно П.И. Ашеров А.Т. Попечителей Е.П.	Свирко В.А. Евграфов В.Г. Войненко В.М. Мунипов В.М. Шкробак В.С.	Губинский А.И. Евграфов В.Г. Шлаен П.Я.
2.6.Проектирование условий труда на рабочем месте	Зараковский Г.М. Товбин Г.М.	Зараковский Г.М. Товбин Г.М.	Зараковский Г.М. Товбин Г.М.	Зараковский Г.М. Товбин Г.М.
3.Эргономическая экспертиза и эргономическое обеспечение периода существования				
3.1. Эргономическая экспертиза	Цой Е.Б. Падерно П.И.	Ашеров А.Т.	Цой Е.Б. Падерно П.И.	Цой Е.Б. Падерно П.И. Лемешко Б.Ю.
3.2.Программа обеспечения эргономического качества. ТЭО эргономических мероприятий	Пятибратов А.П. Падерно П.И.	Пятибратов А.П. Падерно П.И.	Падерно П.И.	Падерно П.И.
3.3. Профессиональный отбор и обучение операторов	Буров А.Ю. Варус В.И.	Венда В.Ф. Чабаненко П.П. Ашеров А.Т. Яшун Т.В. Опарина Н.М. Сажко Г.И.	Гаврилов Э.В. Доля В.К. Рева А.Н. Самсонкин В.Н. Линник И. Э. Волобуева Т.В. Сирота В.М.	Гуслиц В.С. Чебышев А.Е. Гаврилов Э.В., Буров А.Ю. Рева А.Н. Самсонкин В.Н.

Некоторые формализмы для информационного обеспечения оператора-руководителя рассмотрены в работах Сердюка С.Н. [14].

Об исследованности вопроса эргономического обеспечения деятельности операторов различных типов можно судить по относительному количеству диссертаций специальности "эргономика" (Россия, Украина, по открытым материалам электронных каталогов публичных библиотек). Соответствующая диаграмма приведена на рис. 3.

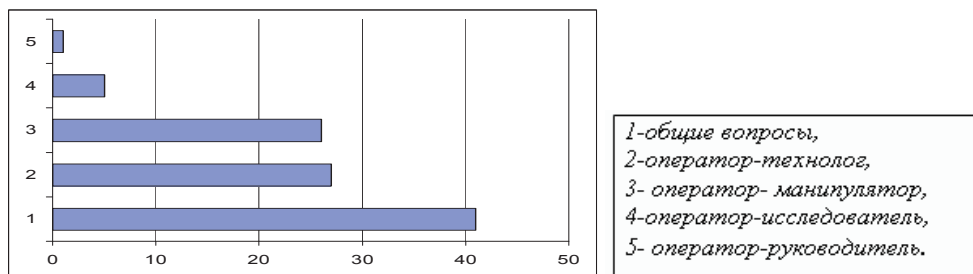


Рис. 3. Относительное количество диссертаций по специальности "эргономика" (Украина, Россия) в разрезе видов операторской деятельности

4.3. Исследования операторской деятельности в информационно-управляющих системах и системах обработки информации

Смещение акцентов в эргономике в направлении организационной и когнитивной эргономики связано с всплеском интереса к Usability [18], интеллектуальным интерфейсам [20], поддержке принятия решений [1,20]. Несмотря на прогресс в этой области [1], потребности практики, связанные с внедрением распределенных иерархических систем, не могут быть полностью удовлетворены современными СППР для диспетчера [13,16], системами SCADA [20] в связи с отсутствием систематических разработок в области деятельности оператора-руководителя с точки зрения эргономических рекомендаций.

Пионером в исследованиях оператора-руководителя стал Сердюк С.Н. [14], однако он исследовал только некоторые вопросы информационного обеспечения.

5. Анализ особенностей деятельности оператора-руководителя

Цель деятельности оператора-руководителя - обеспечение максимальной эффективности реализации множества заявок при соблюдении ограничений на показатели деятельности операторов-исполнителей. Выделяют 2 уровня задач: U0-Обеспечение эффективности системы на временном интервале (с учетом показателей реализации всех заявок); U1-Обеспечение оптимального выполнения единичной заявки [2]. Если учесть, что задачи U0 решаются при формировании сменно-суточных заданий и план загрузки составляется на смену, то ясно, что такой график может быть составлен с учетом традиционных методов теории расписаний, диспетчирования и известных методов распределения функций [2]. Задачи уровня U1 решаются, как правило [2],

при составленном графике регламентных задач в условиях потока заявок и высоких требований к оперативности.

Процесс принятия решения о рациональной технологии обработки заявки содержательно можно представить в виде последовательности работ:

1. Прием заявки (обнаружение факта проблемной ситуации (инцидента безопасности)).

2. Идентификация заявки.

3. Определение требований к показателям качества и своевременности выполнения заявки.

4. Анализ возможности использования существующего сценария выполнения заявки:

- Если да- реализация сценария (переход к п.11.);

- Если нет- переход к п.5.

5. Определение возможных технологий реализации заявки.

5.1. Определение

множества обязательных операций технологии.

5.2. Определение возможных способов контроля:

5.2.1. Диагностики оборудования и ПО;

5.2.2. Безошибочности функционирования.

5.3. Определение (генерация) возможных структур алгоритмов реализации заявки.

6. Анализ возможных способов реализации заявки:

- индивидуальное выполнение;

- групповая деятельность.

7. Определение множества операторов, которые допустимо использовать в процессе выполнения заявки.

7.1. Определение множества свободных операторов (операторов занятость которых позволяет выполнять работы по выполнению заявки).

7.2. Определение множества операторов, условия на рабочем месте которых позволяют выполнить заявку без выхода за пределы допустимых эргономических норм и требований.

8. Постановка задачи выбора варианта закрепления операторов за реализацией заявки (отдельными функциональными элементами - в случае групповой деятельности).

9. Формирование исходных данных о возможном качестве и времени выполнения каждой операции (см. п.5.) каждым оператором.

10. Реализация процедуры выбора варианта закрепления.

11. Выдача директив операторам-исполнителям. Переход к п.1.

Проблемная ситуация деятельности оператора-руководителя продемонстрирована на рис. 4.

Описанная задача относится к задачам типа: "Распределение функций в человеко-машинных системах": - распределение функций между человеком и машиной; - распределение функций между операторами.

Наработанный научный ресурс может быть основой для разработки необходимых моделей для реше-

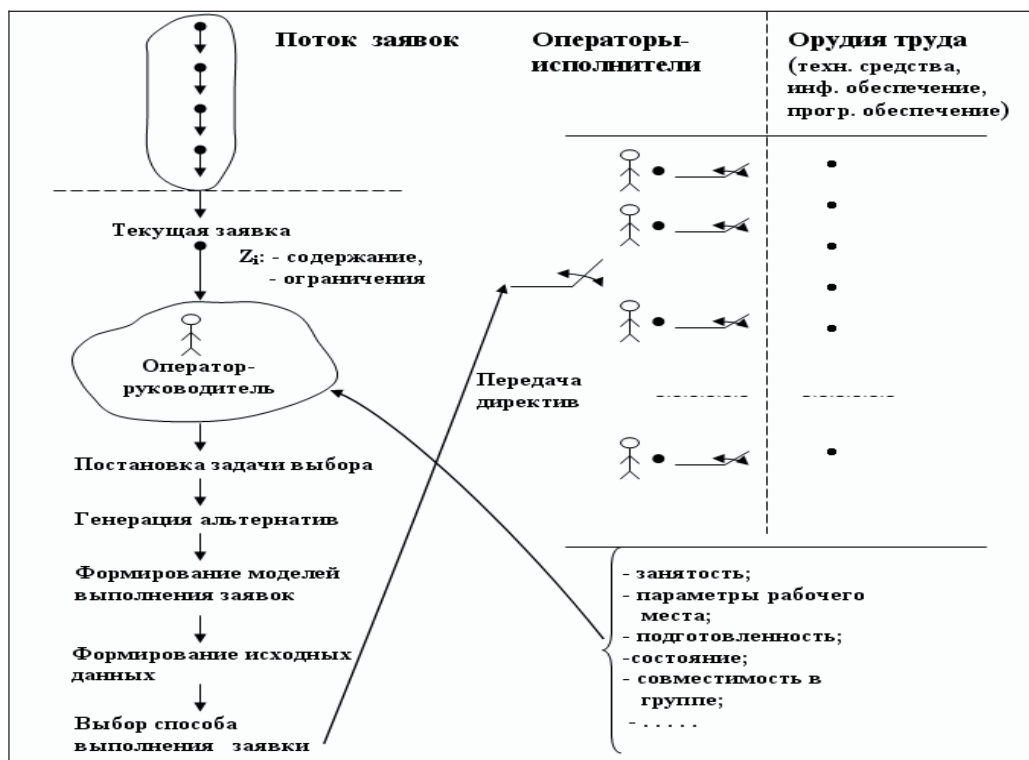


Рис. 4. Демонстрация проблемных ситуаций деятельности оператора-руководителя

ния задачи. Однако в существующем виде ни одна из предложенных моделей не может быть использована для моделирования в целях обеспечения деятельности оператора руководителя в связи со следующими ограничениями:

- ориентированы на стабильную (неизменную) функциональную структуру системы;
- ориентированы на "среднего оператора";

- не ориентированы на использование моделей текущего состояния системы;
- не учитывают возможности нарушений технологического процесса, которые могут привести к ущербу разных типов;
- не обеспечивают возможность оперативного (on-line) получения оценок и рекомендаций.

Демонстрация выявленного противоречия показана на рис. 5.



Рис. 5. Демонстрация противоречия между потребностями практики и разработанностью методов эргономики

6. Выводы

6.1. В эргономике деятельность операторов-исполнителей (манипуляторов, технологов) систематически исследуется различными научными школами.

6.2. Практические потребности нового класса полиэргатических систем требуют разработки нового типа СППР для операторов-руководителей с развитым инструментарием: - диалогового моделирования ситуаций типа "Что будет, если"; - решения задач оптимизации человеко-машинного взаимодействия.

Литература

1. Ашеро́в А.Т., Сажко Г.И. Научные и методические основы эргономической подготовки инженеров-педагогов в компьютерной отрасли- Горловка: Ліхтар, 2008-170 с.
2. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: Справочник /А.Н. Адаменко, А.Т. Ашеро́в, И.Л. Бердников, П.И.Падерно и др.; Под общ. ред. А.И. Губинского и В.Г. Евграфова. - М.: Машиностроение, 1993. - 528 с.
3. Губинский А.И., Евграфов В.Г. Эргономическое проектирование судовых систем управления. - Л.: Судостроение, 1977. - 224 с.
4. Губинский А.И. Надежность и качество функционирования эргатических систем. - Л.: Наука, 1982. - 270 с.
5. Попович П. Р., А. И. Губинский А. И., Колесников Г. М Эргономическое обеспечение деятельности космонавтов. - М.: Машиностроение, 1985. -255 с.
6. Галактионов А.И. Основы инженерно-психологического проектирования АСУ ТП. -М.: Энергия, 1978. -208 с.
7. Чабаненко П. П. Сравнительная оценка эффективности систем "человек-техника". Киев: О-во "Знание" Украинской ССР, 1980. - 24 с.
8. Гаврилов Э. В. Эргономика на автомобильном транспорте. – Киев: Техника, 1976.–152 с.
9. Гаврилов Э. В., Линник И. Э., Банатов А. В. Оценка безопасности движения в городских условиях // Вестник ХГАДТУ, вып.17. – Харьков: Изд. ХГАДТУ, 2002, - С.57 – 62.
10. Доля В.К., Линник И.Э., Санько Я. В. Прогнозирование эволюции системы «водитель–транспортное средство – транспортная сеть – среда» // Інженерні системи та техногенна безпека, Випуск 2011–5(91), С.220-223.
11. Изотова Е.А. Эргономическое обеспечение деятельности сварщиков в условиях действия высокой температуры // Вестник Харьковского национального автомобильно – дорожного университета. –Вып. 18., С.50–60.
12. Самсонкин В.Н. Прогнозирование надежности железнодорожных операторов // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 1996. - № 5. - С. 54-55.
13. Сатторов Ф.Э. Метод и алгоритмы распределения функциональных возможностей пользователей в системах обработки информации -Автореф.дисс.на соиск. Учен.степени канд.техн.наук.-Спб.: 2010. – 18 с.
14. Сердюк С.М. Інтелектуальна підтримка оператора-керівника// Вісник Сумського Національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». Випуск 1(16), 2007, С.64-69.
15. Буров О.Ю., Герасимов Б.М. Системи керування та прогнозування працездатності людини //Науково-технічна інформація. – 2006.-№ 2.-С.27-30.
16. Бояркин, М. А. Оценка результатов деятельности оператора-технолога нефтегазопромысла по данным архива SCADA-системы : автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук :05.13.01 - Тюмень, 2007. - 16 с.
17. Рева О.М. Нечіткі моделі ергономічної кваліметрії точності пілотування: Монографія / О.М.Рева, В.В. Камишин, В.А.Шульгін, С.В. Недбай; За ред. О.М.Рєви. - Рівне: «Овід», 2010.-106с.
18. Сергеев С.Ф., Падерно П.И., Назаренко Н.А Введение в проектирование интеллектуальных интерфейсов: -Спб., ИТМО,2011-183с.
19. Системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA-системы) // <http://www.kari.ru/main/asutp/equipment/SCADA.html>.
20. Сергеев С.Ф. Инженерная психология и эргономика: Учебное пособие. М.: НИИ школьных технологий, 2008.176 с.
21. Шевяков Эргономическое совершенствование дисплейных видеокадров и характеристик деятельности операторов в крупномасштабных производствах Автореф.дисс.на соиск. Учен.степени канд.техн.наук.-М.: 1995. - 18с.